

49. Arbeitskreis Energieberatung „Nullemission, Nullenergie, Plusenergie – Häuser für morgen“ am  
07.03.2013, Darmstadt

# Modernisierung Null-Emissions- Wohnanlage Rotlintstraße in Frankfurt

Konzept, Umsetzung, Ergebnisse

Marc Großklos, Institut Wohnen und Umwelt GmbH (IWU)

---

## Energetische Modernisierung von 7 Mehrfamilienhäusern

### Ziele:

- ▶ Passivhaus-Standard bei Bestandsgebäuden
- ▶ Dämmung überwiegen aus nachwachsenden oder recycelten Materialien
- ▶ Effizienzsteigerungen bei Verteilung, Hilfsenergie und Haushaltsstrom
- ▶ Überwiegend regenerative Energieversorgung
- ▶ Null-Emission für Heizung, Warmwasserbereitung und Hilfsstrom

Bauherr: ABG FRANKFURT HOLDING  
Architektur, Planung, Bauleitung: faktor10, Darmstadt  
Statik, Brandschutz: bauart Konstructions, Lauterbach  
Haustechnik: IB Baumgartner, Mörlenbach  
Wissenschaftliche Begleitung: Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt

Förderung: Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz zusammen mit Europäischer Fonds für regionale Entwicklung der EU

*"Investition in Ihre Zukunft"*



# Zustand vor der energetischen Modernisierung

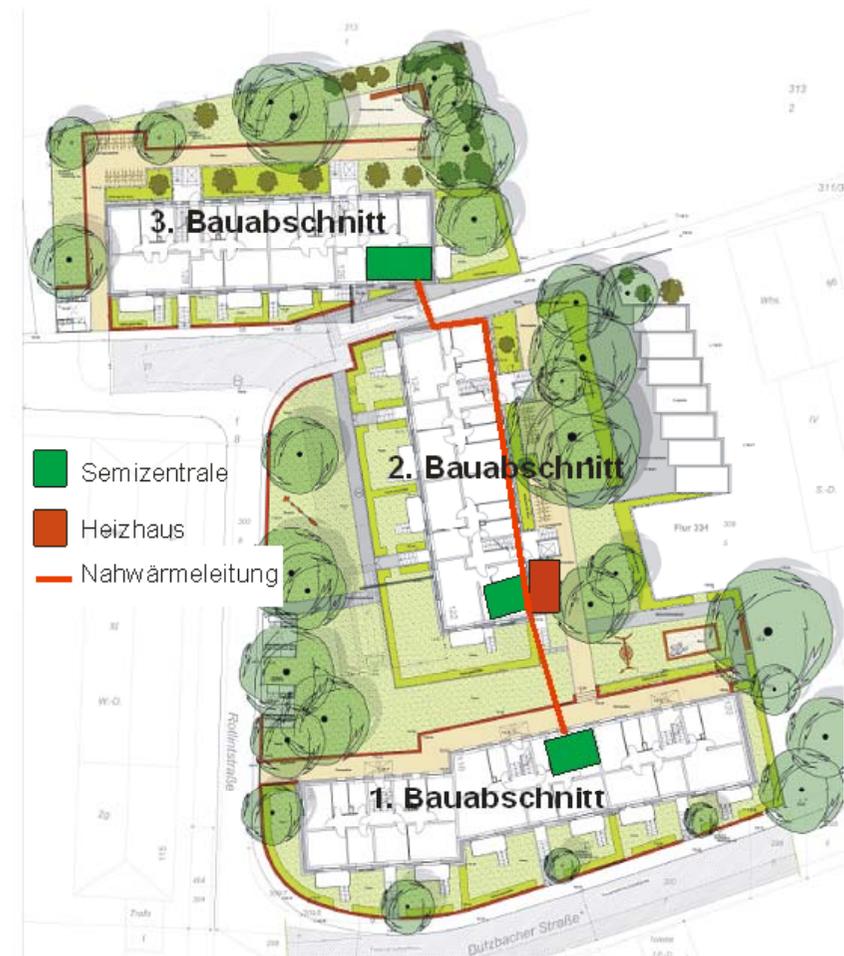


- ▶ Baujahr 1956
- ▶ 7 Gebäude in drei Blöcken
- ▶ 54 Wohnungen (61 nachher)
- ▶ ca. 3800 m<sup>2</sup> Energiebezugsfläche nach Modernisierung



# Ablauf der Modernisierung

- ▶ 3 Bauabschnitte
- ▶ Modernisierung im unbewohnten Zustand
- ▶ Beginn der Arbeiten Sommer 2008
- ▶ Fertigstellung 1. Bauabschnitt: Oktober 2009
- ▶ Fertigstellung letzter Bauabschnitt: Juni 2011
- ▶ Monitoring im Betrieb von Frühjahr 2010 bis April 2013



Quelle Plan: Büro freiraum, Frankfurt

# Sanierungskonzept

## ▶ Abriss alter Kamine



# Sanierungskonzept

- ▶ Abriss alter Kamine
- ▶ Abriss alte Balkone



# Sanierungskonzept

- ▶ Abriss alter Kamine
- ▶ Abriss alte Balkone
- ▶ Verbesserung Trittschallschutz



# Sanierungskonzept

- ▶ Abriss alter Kamine
- ▶ Abriss alte Balkone
- ▶ Verbesserung Trittschallschutz
- ▶ Anpassung der Grundrisse
- ▶ Neue Bäder und Küchen
- ▶ Neue Verlegung der Verteilung für Heizung, Wasser, Abwasser, Elektro
- ▶ Teilweise Veränderung der Fensteröffnungen
- ▶ Einbau Aufzüge
- ▶ Verbesserung des Wohnumfeldes



# Sanierungskonzept



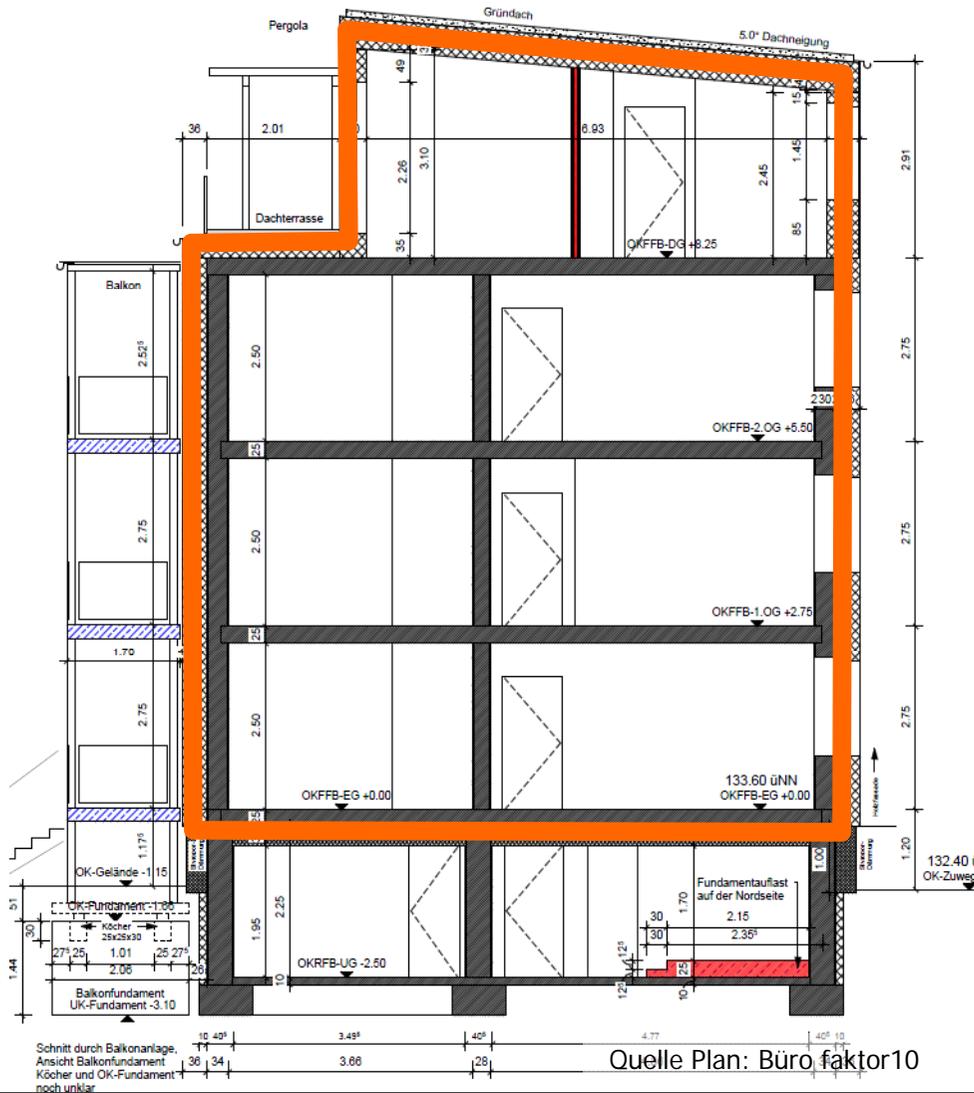
- ▶ Abriss altes Dachgeschoss
- ▶ Aufstockung neues Staffelgeschoss

# Sanierungskonzept



- ▶ Abriss altes Dachgeschoss
- ▶ Aufstockung neues Staffelgeschoss
- ▶ Statische Ertüchtigung und Trockenlegung im Keller

# Sanierungskonzept



- ▶ Abriss altes Dachgeschoss
- ▶ Aufstockung neues Staffelgeschoss
- ▶ Statische Ertüchtigung und Trockenlegung im Keller
- ▶ Kellerdeckendämmung
- ▶ Passivhausfenster
- ▶ Außenwanddämmung mit Zelluloseflocken
- ▶ Einbau wohnungsweiser Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung
- ▶ neue, vorgestellte, thermisch getrennte Balkone

## 26 cm Dämmung unter der Kellerdecke mit Zelluloseflocken



Abhängung unter der Kellerdecke befestigen



Verkleidung mit Gipsfaserplatten, so dass ein Hohlraum von 26 cm entsteht, der mit Zelluloseflocken ausgeblasen wird



Dämmung Abgang Kellertreppe und der Unterseite der Treppe zum EG mit PU-Platten (4/8 cm)

## Passivhaus-Fenster



Montage der Passivhaus-Fenster vor die Bestandswand mit thermischer Trennung an der Fensterbank durch Purenit (zw. Fenster und Setzholz)



Abdichtung der Fenster auf den Außenputz der Bestandswand



## Aufsetzen eines neuen Staffelgeschosses in Holzleichtbau



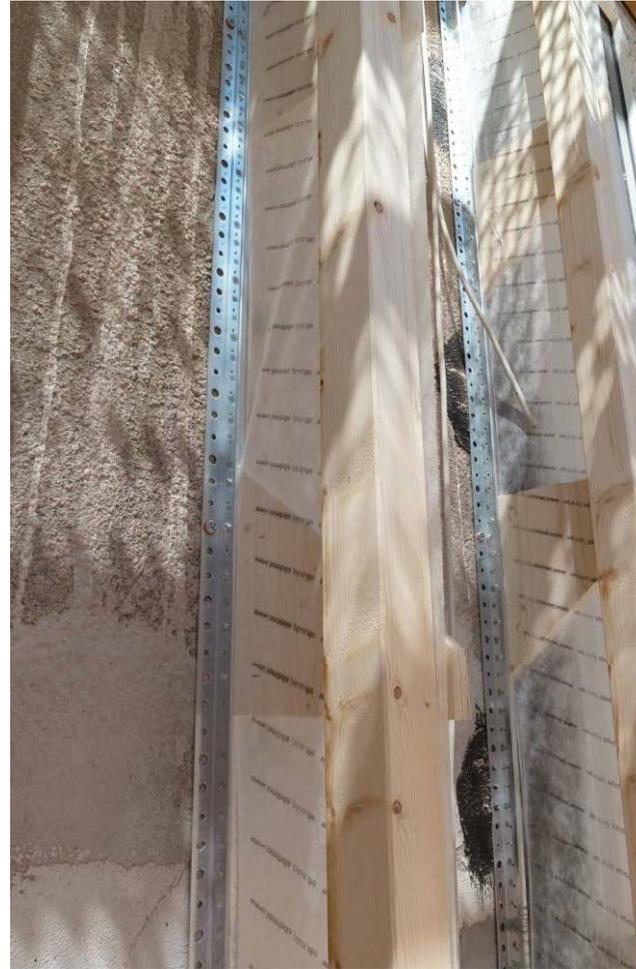
Abdichtung oberste  
Geschossdecke und  
Erweiterung Treppenhaus  
und Fahrstuhlschacht



Treppenhaus mit  
Konstruktion des Daches aus  
TJI-Trägern, bevor sie mit  
einer OSB-Platte geschlossen  
und mit 40 cm Zellulose  
ausgeblasen wurde



Ausblasen der  
Wandelemente im  
Dachgeschoss



Befestigung von Metallschienen mit Schichtholzkonsolen (27 cm) an der Bestandswand

# Fassadendämmung



Eine Sparschalung bildet den Untergrund für die Putzträgerplatten



Auf die Sparschalung werden magnesitgebundene Holzwoleplatten (3,5 cm dick) als Putzträger montiert. Durch die Bohrungen werden die Gefache mit Zellulose ausgeblasen

# Ansicht der fertigen Fassade

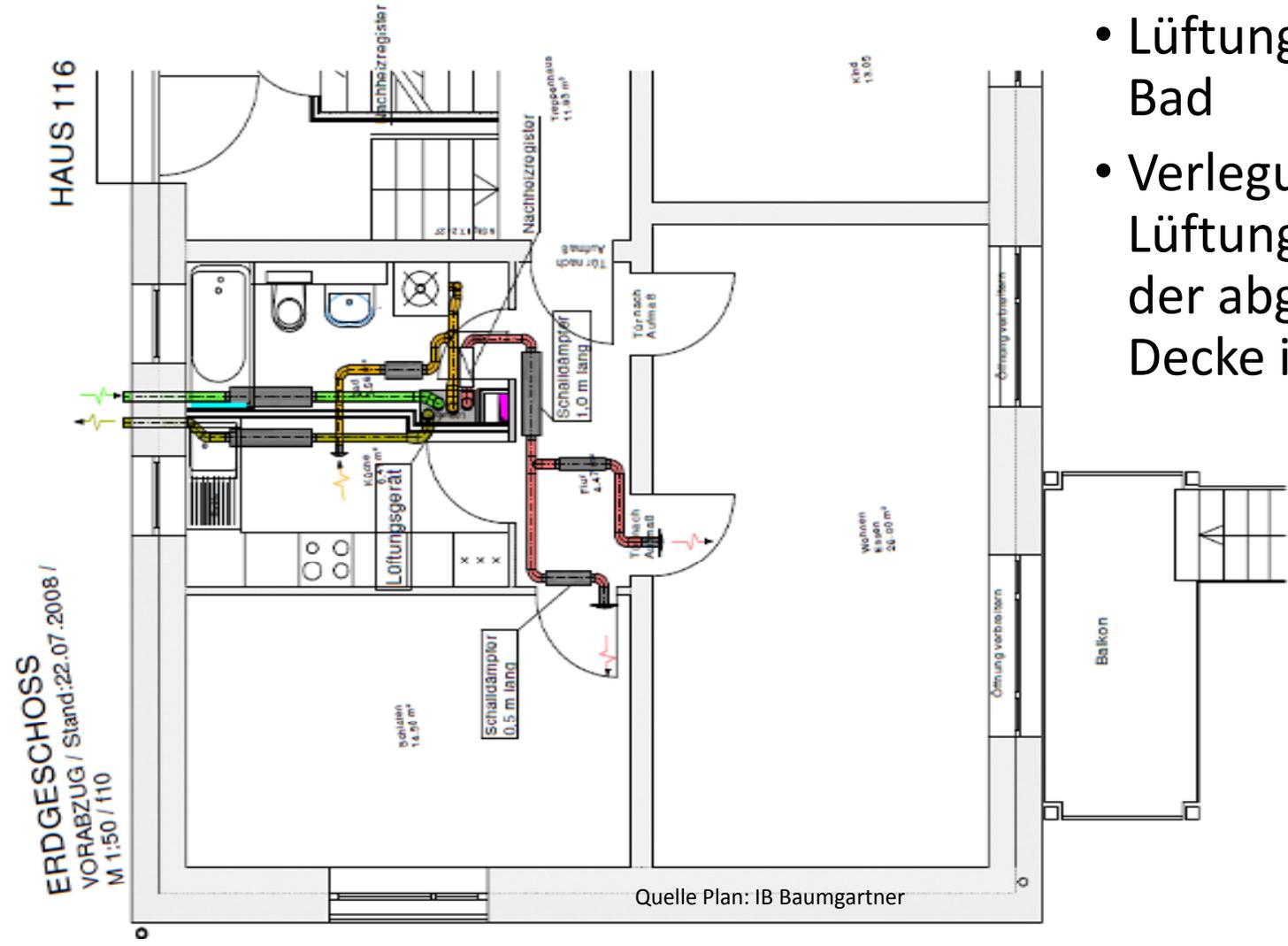


Fassadenansicht vor Montage der vorgestellten, thermisch getrennten Balkone

- ▶ U-Wert der Fassade:  $0,13 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- ▶ Gesamtdicke der Fassade: 34 cm



Montage der Balkone



- Lüftungsgerät im Bad
- Verlegung der Lüftungskanäle in der abgehängten Decke im Flur

## Mechanische Lüftung mit Wärmerückgewinnung je Wohnung



Lüftungsgerät mit  
Wärmerückgewinnung im  
Badezimmer



Verlegung der Frisch/Fortluft in  
einem gedämmten Schacht unter  
der Decke im Bad; Luftverteilung  
im Bereich einer abgehängten  
Decke im Flur



Verteilung im Bad mit  
Nachheizregister

# Stromeinsparung



Standby-Abschalter



Trockenschränke



Eff. Beleuchtung Bad



Eff. Beleuchtung Flur



Stromsparende Aufzüge



Hocheffizienzpumpen

# Anlagentechnik – Warmwasserbereitung



- ▶ Wasser-Spararmaturen in allen Wohnungen
- ▶ Thermische Solaranlage (32 m<sup>2</sup>) auf jedem der drei Blöcke und Solarspeicher (2 x 800 L)
- ▶ Reduktion der Verteilverluste für Heizung und Warmwasser durch Dämmung der Verteilleitungen mit 50 mm im Gebäude
- ▶ Rohr-in-Rohr-Zirkulation zur Reduktion der Zirkulationsverluste
- ▶ Aus 48 °C reduzierte Warmwassertemperatur, Hygienisierung durch Diaphragmalyse

# Anlagentechnik – Heizzentrale



Rapsöl-BHKW  
11 kW<sub>el</sub> / 22 kW<sub>th</sub>



Rapsöllagerung im Keller  
16.000 Liter



Pufferspeicher  
(2000 L)

Erdgas-Spitzenlast-  
therme 100 kW<sub>th</sub>

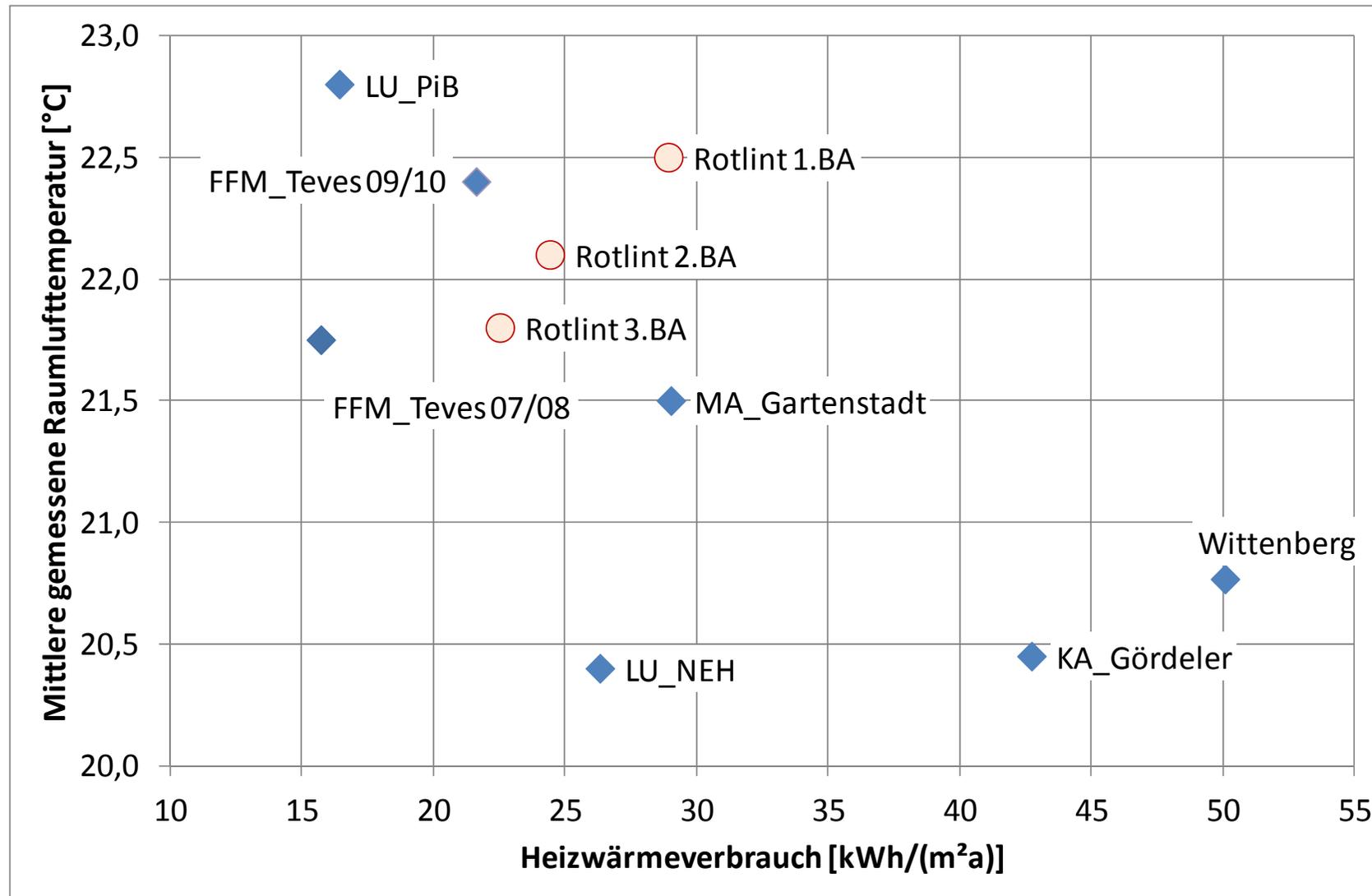


# Ergebnisse Modernisierung mit Passivhauskomponenten

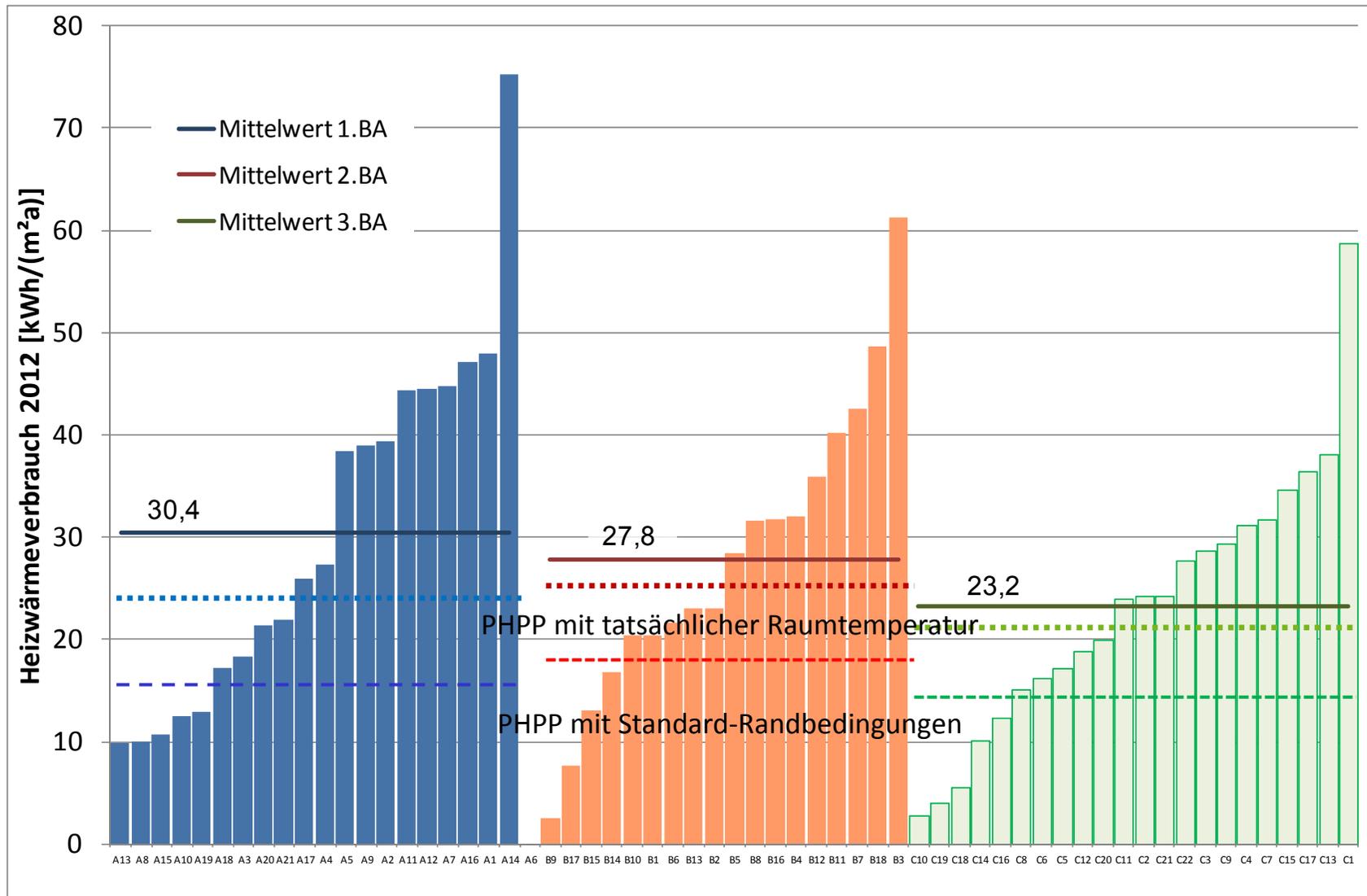
- ▶ Gebäudehülle überwiegend mit Zelluloseflocken gedämmt (nachwachsender Rohstoff/Recyclingmaterial)
- ▶ 2 der 3 Bauabschnitte im Passivhausstandard (15 kWh/(m<sup>2</sup>a)), ein Bauabschnitt liegt knapp darüber (17,5 kWh/(m<sup>2</sup>a))
- ▶ Hohe Luftdichtheit der Gebäudehülle erreicht: n<sub>50</sub>-Wert 0,3 (1/h)
- ▶ Attraktiver Wohnraum geschaffen



# Messergebnisse: Raumtemperaturen



# Messergebnisse: Heizwärmeverbrauch



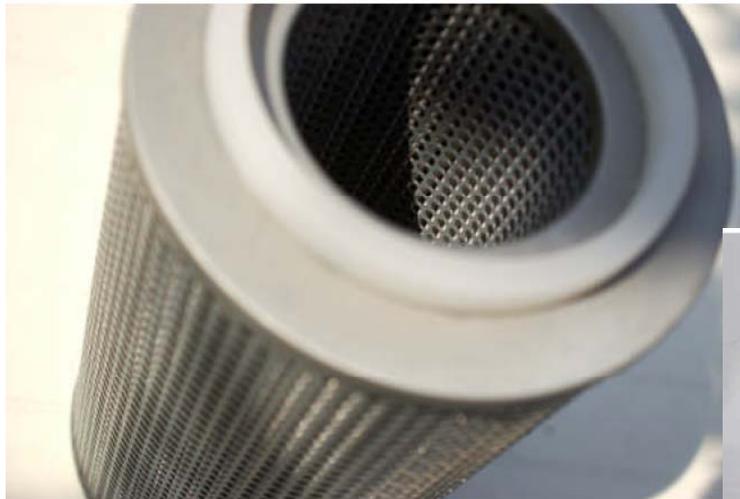
# Erfahrungen bei der Nutzung der Haustechnik

- ▶ Sommer/Winter-Umschaltung der Wärmerückgewinnung erfolgt im Rahmen der Lüftungswartung. Diese wurde aber erst zwischen November und Januar durchgeführt, bei manchen Wohnungen überhaupt nicht
  - ☞ keine Wärmerückgewinnung aus der Abluft in einem Teil der Heizperiode
  - ☞ kalte Außenluft muss bis auf Zulufttemperatur erwärmt werden
  - ☞ ca. 12 % Mehrverbrauch
- ▶ Nutzung der Schiebeläden im Winter tagsüber als Sicht- und Einbruchschutz  
-> Reduktion der solaren Gewinne



# Erfahrungen mit dem Rapsöl-BHKW

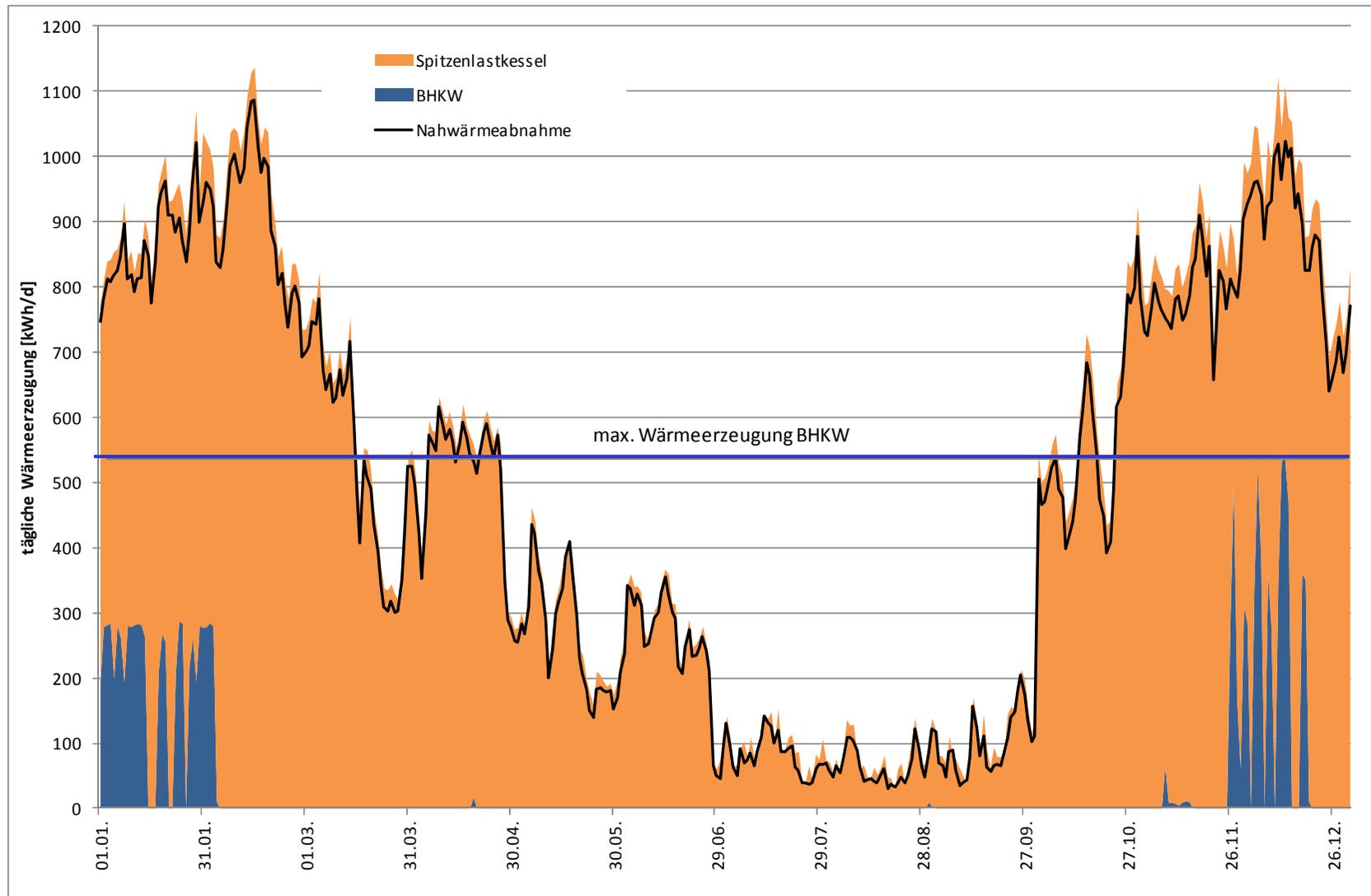
- ▶ Probleme bezüglich Schallschutz wurde durch eine veränderte Befestigung des Abgaskamins beseitigt
- ▶ Zuverlässigkeit des BHKW verbesserungsfähig
- ▶ Starke Rußentwicklung des BHKW beim Start wurde durch Nachrüstung eines Rußfilters (aus Bereich Gabelstapler) beseitigt



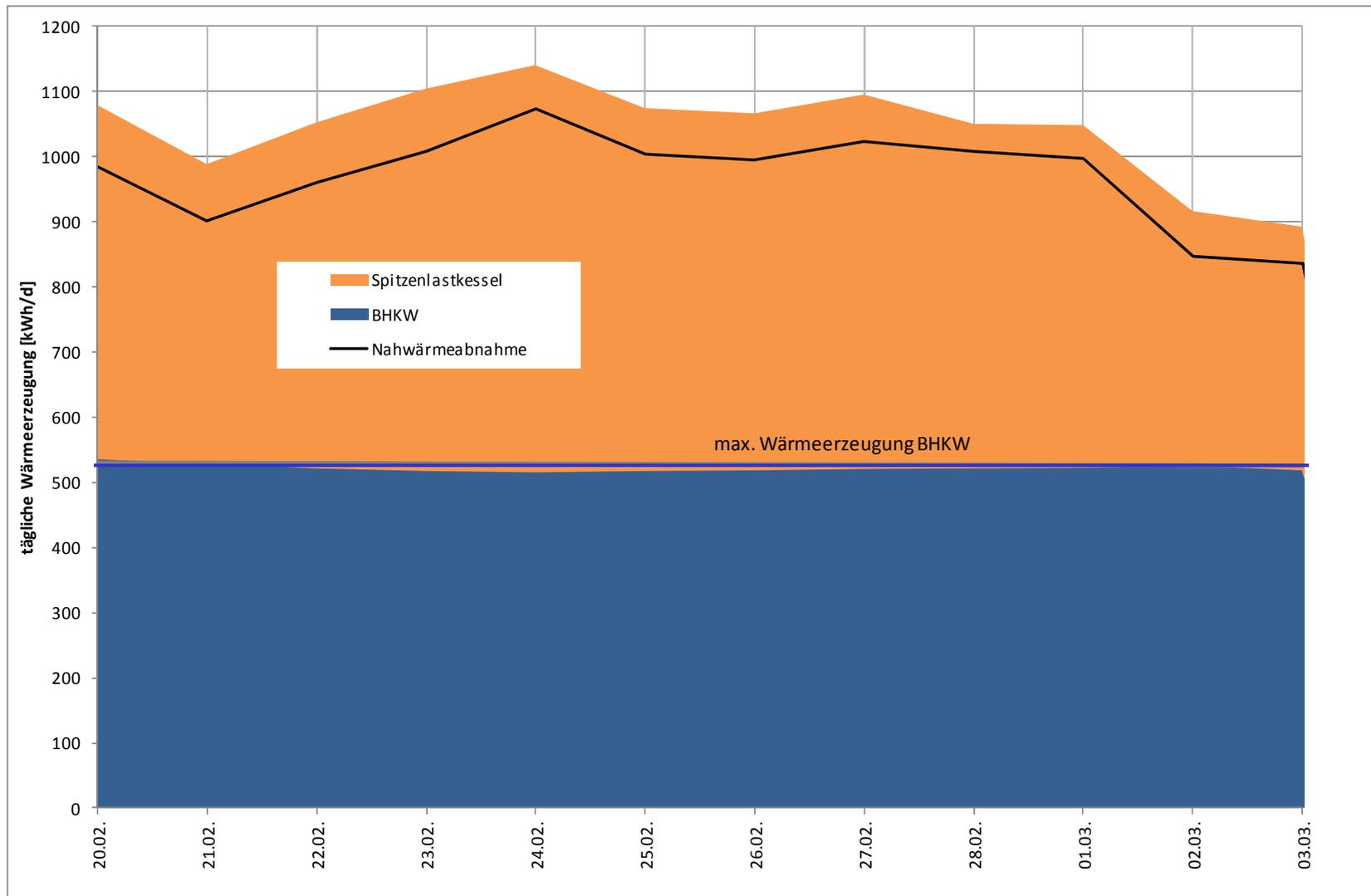
Fotos: Fa Baumüller und Partner



# Betrieb BHKW und Gastherme



# Betrieb BHKW und Gastherme



# Weitere Erfahrungen beim Anlagenbetrieb

- ▶ Ausfall von Solarpumpen und Fehlfunktionen der Solarregelung führen zu Einbruch bei solarem Deckungsgrad; genutzte solare Wärme im Mittel 6,0 kWh/(m<sup>2</sup>a), geplant waren 11 kWh/(m<sup>2</sup>a)
- ▶ Auch im 3. Sommer ist immer noch ein gewisser Sommerverbrauch von 1,1 kWh/(m<sup>2</sup>a) vorhanden, konnte aber von 4,5 kWh/(m<sup>2</sup>a) gesenkt werden



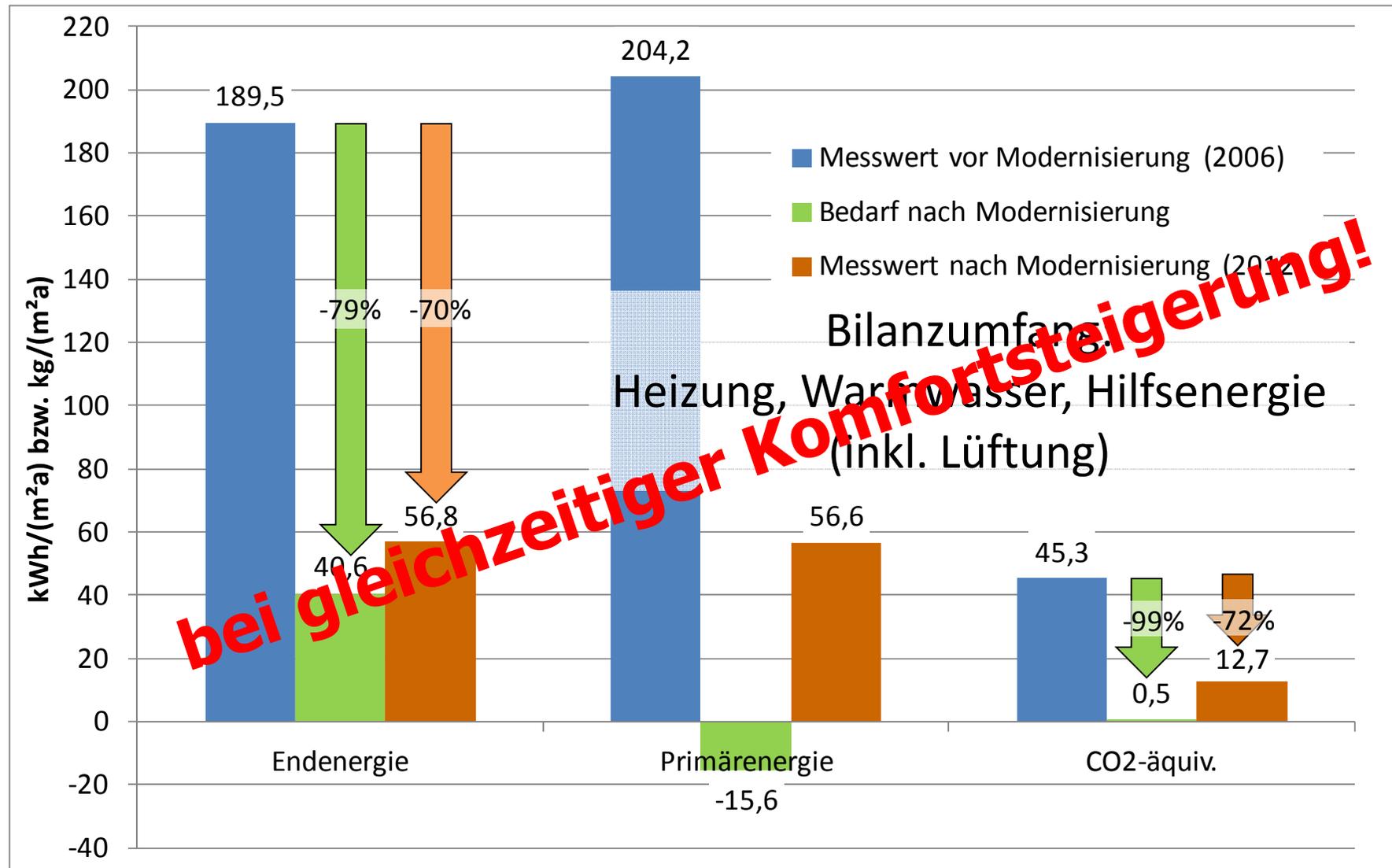
# Kennwerte 2012

---

Bereich	Bedarfs- kennwert PHPP [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Verbrauchs- kennwert 2012 [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Abweichung [kWh/(m <sup>2</sup> a)]
Heizwärme	15,4	27,0	+11,6
Energie gezapftes Warmwasser	19,4	18,0	-1,4
Nachheizenergie Warmwasser	7,6	12,3	+4,7
Haushaltsstrom	25,7	26,4	+0,7
Lüftungsstrom	2,8	1,5	-1,3

---

# Energiebilanz der Gebäude: Messwerte



# Schlussfolgerungen aus dem Messprojekt

- ▶ Damit Null- oder Plus-Energie-Gebäude in Praxis die Kennwerte erreichen, sollte mit einer realistischeren Raumtemperatur von 21,5 °C bilanziert werden
- ▶ Komplexe Anlagentechnik erfordert detaillierte Inbetriebnahme und Überwachung
- ▶ Die gezeigten Probleme bei der Anlagentechnik **unterstreichen**, dass es bei der Planung von Null-Energie- und Plus-Energie-Gebäuden darauf ankommt **erst** den Bedarf zu produzieren, bevor regenerativ kompensiert und gutgeschrieben wird **Wärmeschutz funktioniert zuverlässig und über Jahrzehnte**
- ▶ Nach Behebung der Probleme beim BHKW können die Gebäude im Jahr 2013 Null-Emissions-Niveau erreichen (gleichzeitig Plus-Energie für Heizung, Warmwasser und Hilfsenergie)



## Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Weitere Informationen zum Projekt sowie die  
ausführlichen Berichte finden Sie unter  
**[www.iwu.de](http://www.iwu.de)**

